AudioToolsアプリで測定，MSエクセルでグラフ描画

オーディオ機器の歪率測定とデータ管理

新井悠一 ARAI Yuichi

Studio Six Digital（S6 D）のAudioToolsアプリの測定周波数ポイントが3倍に増えたので，各点で歪率を測定し，MSエクセル上でグラフを描画する方法を紹介する．iAI2とタスカムiXZで実験し，iTestMicという直結マイクによる測定も試したところ，アンプやスピーカーなどの測定に十分な精度の結果が得られた．

測定実験のようす

THD+nの測定機能

周波数特性は良好だが音が今ひとつと感じると，歪率を測ってみたくなります．

今回紹介するのは，iOSデバイス（iPad/iPod/iPhone）上で動作するオーディオ測定アプリであるAudioToolsに含まれる「THD+n」測定機能です．上記のいずれのデバイスでも機能は変わりませんが，ここでは表示画面が広いiPadを前提に話を進めます．

AudioToolsには歪率測定に関して2つの「THD+n測定モジュール」があります．ひとつは「Line Input」メニュー内の「THD+n」モジュールで，主としてアンプなど電子機器系を測定対象にしています．もうひとつは「Speaker」メニュー内の「Distortion」モジュールで，スピーカーの歪率測定です．前者は周波数解像度が1/3オクターブ幅，後者は1オクターブです．今回は前者を使って実験します．

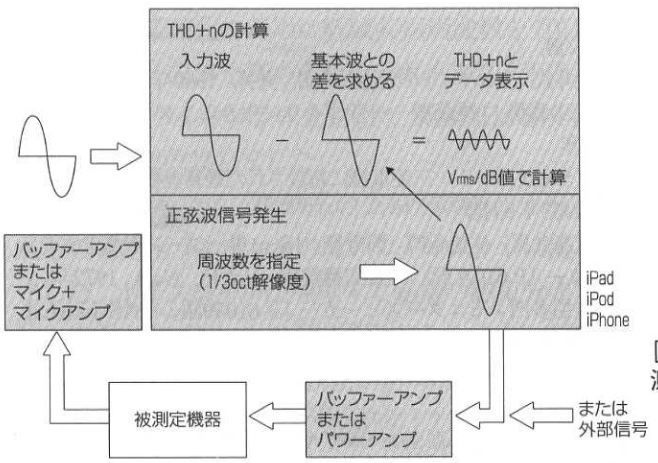
THD+n測定のメカニズム

はじめに測定のメカニズムを図1に示しておきます．まず「THD+n」とは全高調波歪み（Total Harmonic Distortion）と雑音（Noise）の合計です．高調波は第1，第2，第3…とありますが，THDはこれらから計算したものです．

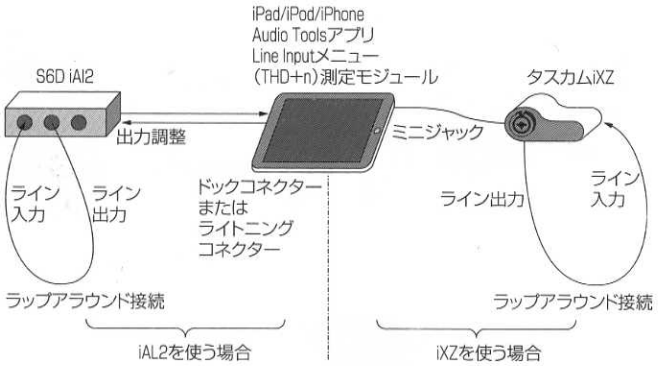
「THD+n」測定モジュールは，この図の下にある正弦波発生機能と，上部のTHD+n計算ならびに表示機能から構成されています．ある正弦波周波数を被測定機器に与えて，その出力をフィードバックし，送出した正弦波，つまり基本波との差分をTHD+nとして算出します．つまりその差分が，被測定機器によって加わった歪み成分と各部のノイズです．これらはrms値とdB値で計算され，表示されます．

AudioTools Ver.5.6（2013年11月現在の最新はVer.6.0）から，「Line Input」メニュー内の「THD+n」モジュールでは，従来1オクターブであった周波数解像度が大幅に向上し，1/3オクターブになりました．このため，電子機器測定の場合はほとんど問題なく使用することができ，またスピーカーでもスイープ方式には及びませんが，十分にその特徴をつかむことが可能になりました．

信号源としてAudioToolsの内部信号ではなく，外部機器を使う場合は，内部の周波数と一致させておく必要があります．2つの基本波がずれてしまうと，いうまでもなく，THD+nの値が非常に大き

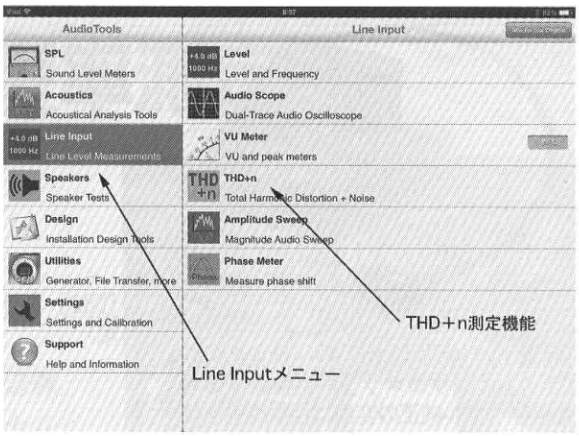


[図1] THD+n測定の考え方

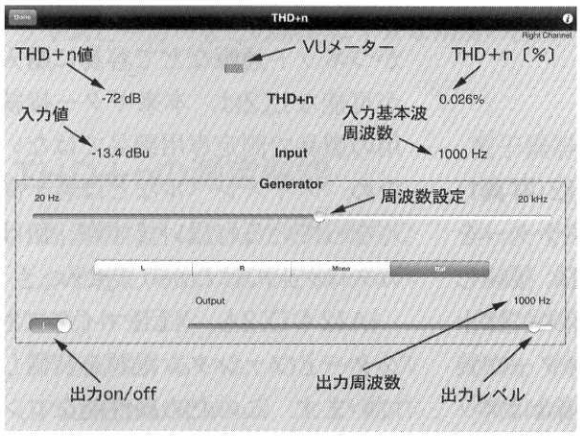


図に示す「ラップアラウンド接続」によって，測定系の歪率を測定する

［図3］歪率測定の機器接続



［図4］AudioTools測定メニュー



［図5］歪率測定画面

［表1］歪率-周波数特性グラフ描画手順（図7参照）

①数値を表に記入
②挿入タブ→散布図を選択
③グラフ領域で右クリック
④データの選択→領域(B4, C33)を選択…(AからB)
⑤(横)数値領域(C)を右クリック→書式設定(調整手順を参考) (横)数値領域(C)を右クリック→補助目盛線の追加
⑥(縦)数値領域(D)を右クリック→書式設定(調整手順を参考) (縦)数値領域を(D)右クリック→補助目盛線の追加
⑦タイトル記入 挿入→記入場所を左クリック→テキストボックス 必要なタイトル，名称などを記入し，位置を調整

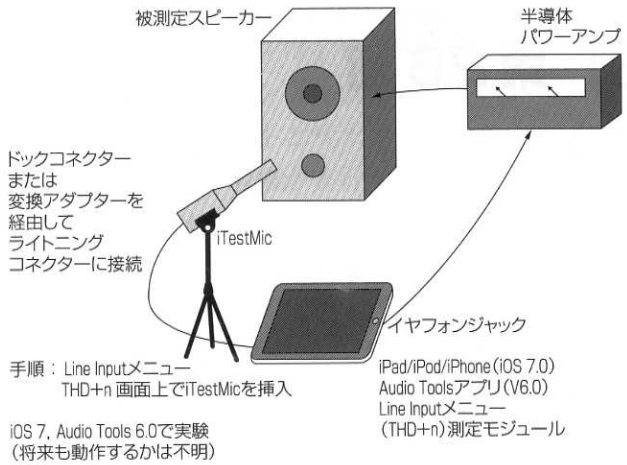
周波数(Hz)	THD+n値(%)
20.0	0.012
25.0	0.007
31.5	0.007
40.0	0.009
50.0	0.007
63.0	0.006
80.0	0.006
100.0	0.006
125.0	0.006
160.0	0.005
200.0	0.005
250.0	0.005
315.0	0.005
400.0	0.005
500.0	0.006
630.0	0.006
800.0	0.006
1,000.0	0.007
1,250.0	0.007
1,600.0	0.008
2,000.0	0.009
2,500.0	0.010
3,150.0	0.009
4,000.0	0.010
5,000.0	0.010
6,300.0	0.013
8,000.0	0.005
10,000.0	0.006
12,500.0	0.004
16,000.0	0.004

［図6］　歪率データの取得

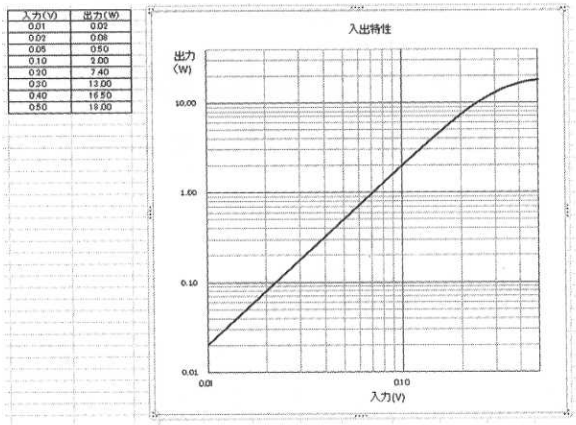
プリを起動します．すると**図4**の画面が現れ，ここにすべてのメニューが表示されます．ここで「Line Input」をタップし，このメニューの中の「THD+n」モジュールを選択します．すると**図5**の測定画面が現れます．ここでは下半分の「Generator」と書かれた四角の中が出力信号設定パネルで，周波数設定，出力レベル調整，出力on/offを制御します．

このときのVUメーター値，入力値，入力の基本周波数，THD+n値などが上半分に示されます．これはちょうど**図1**の構成図と相似形になっています．被測定機器からの入力電圧など必要な環境を設定した上で，スライドレールを操作しながら，周波数を下から1/3 octずつ上げ，対応するTHD+n値を読み，書き取っていけばよいのです．ここではTHD+n値の%で表示された数値を使います．%は基本波成分に対してのTHD+n成分の割合です．

こうして取得したデータを羅列したものが**図6**となります．1/3oct間隔での周波数は，この図に示す20Hzから16000Hzまでの30ポイントです．このデータはiAI2を折り返したときのものなので，iAI2を外部機器として使用した場合の測定系のTHD+nになり



[図13] iTestMicを用いたスピーカー歪率測定



[図14] アンプの入出力特性例

は1/3octではなく，低域と高域は1/3octで，中域は1oct以上でもかまわないでしょう．この場合，データの表は30ポイントすべて詰める必要はなく，飛び飛びでもかまいません．ただし，数値に切れ目があると，グラフもその間が切れてしまうので，データ列は空白をおくことなく詰めて配列します．

iTestMicを用いたスピーカー歪率測定

2013年11月号で紹介したiTestMicは使えないだろうかと実験してみました．結論として，現在のバージョン（iOS7.0, AudioTools6.0）ではまったく問題なく使うことができました．ただし，操作に若干の注意が必要です．

はじめに「Line Input」メニューで「THD+n」モジュール画面を出しておき，その後にiTestMicを挿入します．すると「Accesorry Found」が出て，iTestMicが認識されます．

終了するときは測定モジュール画面の状態でiTestMicを取り外します．すると「Accessory Removed」が出て，iTestMicが外されたことを知らせ，「Line Input」メニュー画面に戻ります．つまり，iTestMicのiOSデバイスへの挿抜は測定モジュールに入った状態でのみ行うとよいようです．「Line Input」メニュー以前にiTestMicを挿入すると「THD+n」などのモジュールは表示されません．

iTestMicを使うときは，**図13**のように，アンプへの信号出力をiOSデバイスのヘッドセットのジャックから取り出すことになります．この方法によってスピーカーの歪率特性を**図12**同様に得ることができます．この手法は「Line Input」メニュー内のほかの測定モジュールでも同様です．「Acoustics」メニュー内の「Distortion」モジュールを使うときは従来と変わりません．

まとめ

以上に述べたような手順で，AudioToolsを使ったオーディオシステムやコンポーネントの歪率測定ができました．今回は省略したアンプの歪率測定も同様ですが，アンプの場合は本来歪率が低いので，測定系のTHD+nを事前に確認しておく必要があるでしょう．

Audio ToolsのTHD+nの値は%を前提で進めてきましたが，**図5**のようにTHD+nと入力電圧（被測定機器の出力）はdB値も表示されるので，これらの値を加工してdB表示することもできます．

また，アンプの歪率出力電圧（電力）のグラフや，**図14**に示すようにAudioToolsのほかの機能や，手持ちの電圧計などを使ってアンプの入出力電圧を測定した場合，その特性を表示することもできます．飽和が予想される大きな出力領域では，小刻みにデータを採ると滑らかなグラフが得られます．

今回の実験ではiPadを用いましたが，iPod touch/iPhoneでもまったく同様に測定ができます．S6Dにはスイープによる歪率特性測定の開発要求も出していますが，まだ発表されていないので，今回はエクセルによる描画で特性を可視化しました．

Studio Six Digital社AudioToolsならびにiAI2（iAudioInterface2）
http://www.studiosixdigital.com/audiotools/

S6D社国内代理店 株式会社J.TESORI
http://jtesori.com/s6d/

タスカムiXZ
http://tascam.jp/product/ixz/